

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Masakazu TAGUCHI et al.

Application No.:

Group Art Unit:

Filed: July 17, 2003

Examiner:

For: RECORDING/REPRODUCING APPARATUS HAVING A SUBSTITUTING PART
SUBSTITUTING FOR BURST ERRORS AND A METHOD OF SUBSTITUTING FOR
BURST ERRORS

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN
APPLICATION IN ACCORDANCE
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Commissioner for Patents
PO Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s) herewith
a certified copy of the following foreign application:

Japanese Patent Application No(s). 2002-246841


Filed: August 27, 2002

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: July 17, 2003

By: 
H. J. Staas
Registration No. 22,010

1201 New York Ave, N.W., Suite 700
Washington, D.C. 20005
Telephone: (202) 434-1500
Facsimile: (202) 434-1501

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy
of the following application as filed with this office.

Date of Application: August 27, 2002

Application Number: No. 2002-246841
[ST.10/C]: [JP2002-246841]

Applicant(s): FUJITSU LIMITED

January 17, 2003

Commissioner,
Patent Office

Shinichiro Ota (Seal)

Certificate No. 2002-3107071

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 8月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-246841

[ST.10/C]:

[JP2002-246841]

出 願 人

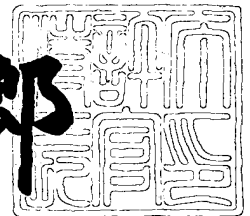
Applicant(s):

富士通株式会社

2003年 1月17日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2002-3107071

【書類名】 特許願

【整理番号】 0295314

【提出日】 平成14年 8月27日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G11B 20/10
H03M 13/29

【発明の名称】 バーストエラーの置換手段を有する記録再生装置及び、
バーストエラーを置換する方法

【請求項の数】 10

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 田口 雅一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番1号 富士通
株式会社内

【氏名】 板倉 昭宏

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100070150

【住所又は居所】 東京都渋谷区恵比寿4丁目20番3号 恵比寿ガーデン
プレイスタワー32階

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊東 忠彦

【電話番号】 03-5424-2511

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 002989

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0114942

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 バーストエラーの置換手段を有する記録再生装置及び、バーストエラーを置換する方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、
前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 2】 前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 3】 前記所定の値は、前記反復復号により得られたデータ値が " 0 " である確率と、前記反復復号により得られたデータ値が " 1 " である確率が、それぞれ等しい確率となるようなサンプリング値または、尤度情報値であることを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 4】 前記バーストエラー検出手段は、検出レベルを 2 つ有し、サンプル値が一方の検出レベルよりも大きいか又は、他方の検出レベルよりも小さい場合には、前記サンプルがバーストエラー部分内に含まれると判断することを特徴とする請求項 1 に記載の記録再生装置。

【請求項 5】 前記尤度情報は、パーシャルレスポンスチャネルの出力におけるデータに対応する値であることを特徴とする請求項 3 に記載の記録再生装置。

【請求項 6】 前記尤度情報は、畳み込み符号の復号出力におけるデータに対応するものであることを特徴とする請求項 3 に記載の記録再生装置。

【請求項 7】 データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャ

ルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、バーストエラー部分を含むサンプリング値を、所定の演算に従って置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【請求項 8】 前記所定の演算は、バーストエラー部分を含むサンプリング値の信号振幅を低下させる演算を実行することを特徴とする請求項 7 に記載の記録再生装置。

【請求項 9】 データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパースシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置により再生した前記再生信号内のバーストエラーを置換する方法であって、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出ステップと、

前記検出ステップの検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換ステップを有する、ことを特徴とするバーストエラーを置換する方法。

【請求項 10】 前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする請求項 9 に記載のバーストエラーを置換する方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、データ記録再生装置に関し、特に、バーストエラーの置換手段を有するデータ記録再生装置、及び、バーストエラーを置換する方法に関する。

【従来の技術】

データを記録及び再生する装置には、磁気ディスク、磁気テープ、光ディスク及び光磁気ディスク記録再生装置などの多種の記録再生装置がある。これらの媒

体にデータを記録するためには、磁気的な記録マークを主に用いている。磁気記録を用いることにより、半導体メモリに比べて、低コストで且つ恒久的にデータ保存が可能である。現在では、多くの情報を取り扱う、画像又は、イメージ情報などを記録するために、コンピュータ用の情報記録装置として、必須の装置となっている。

【 0 0 0 2 】

図 1 は、従来のデータ記録装置の構成を示す。

【 0 0 0 3 】

先ず最初にデータを記録する場合について、説明する。ユーザデータ u_k は、ユーザデータ u_k を反復復号可能な符号に変調する符号器 1 0 1 に入力される。そして、パンクチャ部 1 0 2 及びインターリーブ部 1 0 3 を介して、インターリーブされたデータが LD ドライバ 1 0 4 へ供給される。LD ドライバ 1 0 4 は、供給されたデータに基づいて、レーザー光を変調して、情報記録媒体 1 0 5 にデータを記録する。図 1 の例では光磁気ディスク 1 0 5 を用いているが、磁気ディスク、光ディスク及びその他の情報記録媒体でもよい。磁気ディスクの場合には、記録媒体に適した磁気ヘッドにデータを供給する。

【 0 0 0 4 】

次に、光磁気ディスク 1 0 5 から、データを再生する場合について説明する。光磁気ディスク 1 0 5 から、ヘッドにより記録マークを再生し、MO 再生信号を得る。書き込みヘッド、光磁気ディスク 1 0 5 及び再生ヘッドにより構成される、記録再生系 1 0 6 は、例えば、PR (1 , 1) のような特性を有するパシカルレスポンスチャネル (PR チャネル) を構成する。再生された MO 信号は、増幅器 1 1 0 により増幅される。次に、AGC 1 1 1 により振幅制御され、そして、ローパスフィルタ 1 1 2 及び、イコライザ 1 1 3 により、波形等化される。このようにして波形等化された MO 再生信号 y_i は、再生信号に同期したクロックを用いて A / D 変換器 1 1 4 によりデジタル信号に変換される。そして、このようにして変換されたデジタル信号は、メモリ 1 1 5 に蓄積される。

【 0 0 0 5 】

次に、メモリ 1 1 5 に蓄積されたデータに基づいて、ターボ復号器などの反復

復号器 1 1 6 によりユーザデータが再生される。反復復号器 1 1 6 は、コントローラ 1 1 7 (例えば、光磁気ディスク装置の場合には O D C) により制御される。反復復号器 1 1 6 では、コントローラ 1 1 7 が決定した回数の反復復号を行うことにより、ユーザデータの復号を行う。

【 0 0 0 6 】

図 2 は、反復復号を行うための符号にユーザデータを符号化する符号器 1 0 1 の例を示す。図 2 の符号器は、再帰的畳み込み符号器であり、レジスタ 2 0 1, 2 0 2 及び排他的論理和 2 0 3 と 2 0 4 により構成される。図 2 の符号器は、ユーザデータ系列 u_k からパリティ系列 p_k を発生する。

【 0 0 0 7 】

次に、図 3 は、図 1 の中の反復復号器 1 1 6 の従来構成例を示す。A/D 変換器 1 1 4 によりサンプリングされ且つデジタル化されそして、メモリ 1 1 5 に蓄積されたデータ y_i (受信信号系列) は、図 1 のメモリ 1 1 5 に蓄積された、A/D 変換器 1 1 4 によりデジタル化された受信信号を示す。サンプリングデータ y_i は、事後確率復号器 3 0 1 (P R Channel APP) へ供給される。事後確率復号器 3 0 1 は、入力サンプリング値 $Y (y_1, y_2, y_3 \dots y_n)$ が検出された条件のもとで、次の入力ビット c_i が 1 となる確率 $P (c_i = 1 | y)$ と、 c_i が 0 となる確率 $P (c_i = 0 | y)$ との間の対数尤度比 $L (c_i^*)$ を計算する。反復回数が最初の 1 回目の場合には、事後確率復号器 3 0 1 に入力される事前情報 $L a (c_i)$ は、全てゼロである。これは、ビット c_i のすべてが、" 1 " である確率と " 0 " である確率が同確率であることを表す。

【 0 0 0 8 】

次に、事後確率復号器 3 0 1 の出力である、 $L (c_i^*)$ から、減算器 3 0 2 により、事前情報 $L a (c_i)$ を減算して、外部尤度情報 $L e (c)$ を得る。外部尤度情報 $L e (c)$ は、デインターリーブ 3 0 3 で変換され、そして、次に、デパンクチャ部 3 0 4 に送られる。デパンクチャ部 3 0 4 は、デインターリーブされた外部尤度情報 $L e (c)$ を、データビット u_k に対応した尤度情報 $L (u_k)$ とパリティビット p_k に対応した尤度情報 $L (p_k)$ に変換する。そして

、コード復号器 3 0 5 (C o d e A P P) へ供給する。コード復号器 3 0 5 は、 $L(u_k)$ と $L(p_k)$ からデータビット u_l に対する対数尤度比 $L(u^*)$ 及びパリティビット p_k に対する対数尤度比 $L(p^*)$ を出力する。反復復号を行う時には、 $L(u^*)$ と $L(p^*)$ をパンクチャ部 3 0 6 に送り、尤度情報 $L(c^*)$ (これは、 $L(u^*)$ と $L(p^*)$ を結合し且つ間引した結果) に変換する。 $L(c^*)$ から、事前情報 $L_e(c)$ を、減算器 3 0 7 により減算する。そして、インターリーブ 3 0 8 により、減算器 3 0 7 の出力にインターリーブを行い $L a(c_i)$ を得る。そして、事前情報として、 $L a(c_i)$ を、事後確率復号器 3 0 1 (P R C a n n e l A P P) へ供給して、繰り返し反復を実行する。データ検出は、コード復号器から得られる $L(u^*)$ を、硬判定器 3 0 9 で " 1 " 又は、" 0 " データに判定して、ユーザデータ系列 U_k を出力する。

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来例においては、以下のような問題がある。

【0 0 0 9】

光ディスク (光磁気ディスク含む)、磁気ディスク、磁気テープなど記録媒体には、一般的には、部分的な欠陥がある。特に、可換媒体である光ディスクや磁気テープなどは、ゴミの付着や取り扱い時に起こるキズなどの影響で、欠陥部分が増加する。前述した反復復号は、これらの記録媒体及び装置が、高密度化することにより S N R が低下することに対しては、非常に有効に動作するが、記録媒体の欠陥部分の再生信号 (バーストエラー信号) が入力されると、事前情報を介して、大きく異なった尤度情報が、バーストエラー部分以外の他のデータへ伝播して、バーストエラー部分のエラーがそれ以外の部分のデータに伝播する。これは、バーストエラー部分のデータから得られる尤度情報が、本来のデータから得られる尤度情報と、大きく異なるためである。このために、反復復号による誤り訂正の効果が、十分に得られないという問題がある。

【0 0 1 0】

本発明は、再生信号内にバーストエラー信号を含んだ場合にも、データを正しく復調できる、即ち、バーストエラー信号に対しても、反復復号による誤り訂正の効果が、十分に得られる、反復復号を用いたデータ記録再生装置を提供するこ

とを目的とする。

【課題を解決するための手段】

上記課題は、本発明に従って、データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、
前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置によって達成できる。

【0011】

本発明により、バーストエラー部分を検出し、そして、バーストエラー部分を、バーストエラー部分以外の他の部分に影響を与えない値に置換することにより、反復復号での誤った尤度情報による影響を抑圧することが出来るので、反復復号の復号能力を保持することが可能となる。

【0012】

このように本発明により、再生信号中にバーストエラー部分を有する場合でも、誤った尤度情報を伝播しないので、反復復号により、低S/N比においても、復号能力が高い記録再生装置を得ることができる。

【発明の実施の形態】

以下に、本発明の実施の形態について説明する。

【0013】

本発明の第1の実施例を図4に示す。図4の本発明の第1の実施例と、図1に示された従来の反復復号を用いた光ディスクの記録／再生システムと異なる点は、図4では、バーストエラー検出器401と、置換回路402を設けた点である。データの基本的な記録及び再生について図1を参照して説明したのと同様である。

【0014】

図4の実施例では、A/D変換器114により、波形等化されたMO再生信号

をデジタルデータに変換した値から、バーストエラー検出器 4 0 1 がバーストエラー領域を検出する。そして、置換回路 4 0 2 がバーストエラー部分に対応するデータを、反復復号器 1 1 6 により反復復号されたときに、バーストエラー部分以外のデータに影響を与えない（エラーが伝播し難い）尤度情報に置き換える。そして、バーストエラー部分について値を置き換えたデータを、メモリ 1 1 5 に蓄積する。置き換えるデータは、“ 1 ” である確率と“ 0 ” である確率が同確率であることを表す尤度情報に置き換える。例えば、データが“ 1 ” である最も高い確率の尤度情報が“ + 1 ”（データが“ 0 ” である最も低い確率の尤度情報）であり、最も低い確率の尤度情報が“ - 1 ”（データが“ 0 ” である最も高い確率の尤度情報）である場合には、尤度情報の中間値“ 0 ” で置き換える。このようにすることにより、バーストエラー部分が、バーストエラー部分以外の部分に与える影響を最も低減することができる。反復復号器 1 1 6 は、このようにして、バーストエラー部分について値を置き換えたデータを含む、メモリ 1 1 5 に蓄積されたデータについて、反復復号を行う。ここで、メモリ 1 1 5 に蓄えるのは、反復復号器 1 1 6 による反復処理が、チャネル転送レートより低い動作であるためと、更に、反復復号時には、パスメトリックについて、後方演算を行うことが必要であるためである。後段の反復復号の実行方法に依存して、メモリ 1 1 5 が不要な場合もありうる。

【 0 0 1 5 】

次に、図 5 は、本発明の第 2 の実施例を示す。本実施例においては、波形等化された M O 再生信号が、 A / D 変換器 1 1 4 でデジタル信号に変換された後に、このデジタル値を一旦メモリ 1 1 5 に蓄積する。そして、蓄積された値を用いて、バースト検出器 4 0 1 によりバーストエラーを検出し、そして、置換回路 4 0 2 によりデータの置換を行う。置き換えるデータは、図 4 に示す本発明の実施例と同一である。

【 0 0 1 6 】

本実施例では、メモリ 1 1 5 からデータを読み出しながら、読み出したデータを置換し、そして、反復復号器 1 1 6 へデータを供給する。このようにして、バーストエラーデータを置換することができる。

【0017】

図6は、本発明の第3の実施例を示す。本実施例では、メモリ115からデータを読み出しながら、バースト検出器401によりバーストエラーを検出し、そして、置換回路402により読み出したデータを置換し、そして、再び、メモリ115に書き込む。置き換えるデータは、図4に示す本発明の実施例と同一である。このようにして、メモリ115内のデータを置き換えることができる。

【0018】

図7は、本発明の第4の実施例を示す。図7において、図3と同一番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。本実施例では、事後確率復号器301（PRチャンネルAPP）の出力を置換する。図7では、事後確率復号器301の入力であるメモリ115から出力されるデータを用いて、バースト検出器401により、バーストエラー位置を検出し、そして、事後確率復号器301の出力を、置換回路701により置き換える。このようにして、バーストエラーデータを置換することができる。置き換えるデータは、“1”である確率と“0”である確率が同確率であることを表す尤度情報に置き換える。例えば、データが“1”である最も高い確率の尤度情報が“+1”（データが“0”である最も低い確率の尤度情報）であり、最も低い確率の尤度情報が“-1”（データが“0”である最も高い確率の尤度情報）である場合には、尤度情報の中間値“0”で置き換える。このようにすることにより、バーストエラー部分が、バーストエラー部分以外の部分に与える影響を最も小さくすることができる。

【0019】

次に本発明の第5の実施例について説明する。図8は、本発明の第5の実施例を示す。図8の実施例において、図7の実施例と同一の番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。図8に示す本発明の第5の実施例と、図7に示す本発明の第4の実施例の相違点は、選択回路801を設けたことである。

【0020】

反復復号の1回目や2回目などの初期の場合には、バーストエラー部分に対応するPRチャンネルの尤度情報が、バーストエラー部分以外の部分の尤度情報に大きく影響する。これを制御するために、本実施例では、図1のコントローラ11

7から反復復号器116に供給される反復回数の制御情報118に基づいて、事後確率復号器301から出力される $L(c_i^*)$ を選択して、減算器302へ送るか又は、置換回路702の出力を選択して減算器302へ送るかを、反復復号回数に応じて制御する。

【0021】

次に、本発明の第6の実施例について説明する。図9は、本発明の第6の実施例を示す。本実施例では、バーストエラー検出器401で検出したバーストエラー部分又はその近傍に対応する、メモリ115内に蓄積されたデータに対して、演算器901により、所定の演算を行うことにより、バーストエラー部分又はその近傍のデータを、置き換える。

【0022】

図10は、バーストエラー波形に対する演算の実施例を示し、図10(A)はバーストエラー部分の再生波形、図10(B)は演算係数 k 及び、図10(C)は演算器901による演算後の波形を示す。図10の(A)において、 y_t は各サンプル値、時間期間 T はバーストエラー部分を示し、 B_1 はバーストエラー検出レベルの正側のしきい値、 B_2 はバーストエラー検出レベルの負側のしきい値を示し、 C は中心値を示す。演算器901による演算は、

$$y_t' = k * y_t + C(1 - k) \quad (1)$$

に従って行い、ここで、 y_t' は演算後のサンプル値である。

【0023】

先ず、図9のバーストエラー検出器401は、メモリ115から蓄積されたデータを読み出し、バーストエラー部分 T を検出する。そして、次に、そのバーストエラー部分の範囲を中心として、図10の(B)に示す演算係数 k を用いて、式(1)に従って、サンプル値を演算する。例えば、図10の(A)において、バーストエラー検出器401は、サンプル値 y_t が、時間期間25～32の期間で、しきい値 B_1 を超える大きな振幅となった場合には、キズやゴミなどによるバーストエラー部分が存在することを検知する。バーストエラー部分の前後の部分も通常はキズ等の影響を受けている。このために、メモリ115から、データを読み出しながら、バーストエラー部分 T の前後の部分を含めて、演算係数 k を

、図 1 0 の (B) に示すように変化させる。

【0 0 2 4】

演算式 (1) に従って係数 k を用いて演算すると、図 1 0 の (C) に示すようにバーストエラー部分は、信号の振幅が小さくなり中心値 C の近傍の値となる。(A) の再生波形が、PR (1, 1) 波形の場合には、中心値 C は、データが "1" であるか又は、"0" であるかの判別がつかない値である。従って、本実施例の演算により、バーストエラー部分を、他のデータに影響を与えない、反復復号処理の尤度情報に置き換えることができる。

【0 0 2 5】

上述のように図 4 から図 1 0 を用いて説明した本発明の実施例は、A/D 変換器 1 1 4 によりデジタル化した MO 再生波形のサンプリング値の中のバーストエラー部分の値を、バーストエラー部分以外の他の部分の尤度情報に影響を与えない値に、直接的に置き換えるまたは、演算によって置き換えるようにした。これは、PR チャンネルデータに相当する部分において、バーストエラー部分の値を他の値に置き換えている。

【0 0 2 6】

次に、本発明の第 7 の実施例について説明する。図 1 1 は、本発明の第 7 の実施例を示す。本実施例において、図 7 と同一番号を付した構成要素は、同一の構成要素を示す。本実施例では、Code データに対応したデータを置き換える実施例を示す。本実施例では、先ず、メモリ 1 1 5 から出力されるサンプリング値 y_i からバーストエラー部分の検出を行う。次に検出したバーストエラー部分の位置を、デインターリーブ 1 1 0 1 によりデインターリーブを行い、PR チャンネル上でバーストエラー部分に対応する位置を、デインターリーブ 3 0 3 の出力に対応するように、変換して置換回路 1 1 0 2 へ供給する。

【0 0 2 7】

置換回路 1 1 0 2 は、デインターリーブ 3 0 3 の出力のデインターリーブした外部尤度情報 $L_e(c)$ について、バーストエラー部分に対応した部分の尤度情報を置換する。この場合に、尤度情報 $L_e(c)$ は、尤度情報比であるので、データが "1" である確率が 1 0 0 % である場合、 $L_e(c) = 1$ となり、デ

タが” 0 ”である確率が 1 0 0 %である場合、 $L_e(c) = -1$ となる。そして、データが” 1 ”である確率と” 0 ”である確率が、等しい場合には、 $L_e(c) = 0$ となる。従って、バーストエラー部分に対応する尤度情報 $L_e(c)$ を、値 0 に置換する。このように、データが” 1 ”である確率と” 0 ”である確率が等しいことを示す尤度情報に置換することにより、バーストエラー部分の影響は、バーストエラー部分以外の部分には伝播しない。

【 0 0 2 8 】

次に、本発明のバーストエラー部分が発生した場合の、本発明に従った反復復号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を説明する。図 1 2 は、本発明を使用する反復復号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を示す。バーストエラー部分が無い場合の結果 1 2 0 1 では、反復復号開始時のエラーレートは、 4.0×10^{-4} から始まり、反復回数が増えるに従ってエラーレートが低下し、そして、3 回目の反復復号で、エラーレート 1.0×10^{-5} に飽和する。

【 0 0 2 9 】

これに対して、バーストエラー部分のデータの置換が無い場合の結果 1 2 0 2 では、反復復号回数に従ってエラーレートが低下しない。これは、バーストエラー部分による誤った尤度情報が、バーストエラー部分以外の部分にも伝播するためであり、エラーレートは変動する。

【 0 0 3 0 】

本発明のバーストエラー部分の置換を行う場合の結果 1 2 0 3 では、バーストエラー部分が無い場合の結果 1 2 0 1 に比べると、収束回数は多く必要ではあるが、反復復号回数が増えるに従ってエラーレートが減少し、4 回目の反復復号で、バーストエラー部分が無い場合の結果 1 2 0 1 と同等なエラーレートに達することがわかる。

【 0 0 3 1 】

このように本発明に従った反復復号方式は、バーストエラー部分に対しても誤った尤度情報を伝播することなく、反復復号により、低 S/N 比においても、復号能力が高いシステムを得ることができる。

【 0 0 3 2 】

次に、本発明のバーストエラー検出器の実施例について、図 1 3 と図 1 4 を用いて説明する。図 1 3 は、本発明のバーストエラー検出器 1 3 0 0 の実施例を示す図であり、図 1 4 は、本発明のバーストエラー検出器 1 3 0 0 の動作の説明を示す図である。

【 0 0 3 3 】

図 1 3 は、バーストエラー検出器 1 3 0 0 の実施例を示す。バーストエラー検出器 1 3 0 0 は、比較器 1 3 0 1、1 3 0 2、シフトレジスタ 1 3 0 3、1 3 0 4 及び論理和回路 1 3 0 5 を有する。比較器 1 3 0 1、1 3 0 2 は、入力 a と入力 b を有し、a が b より大きい場合又は等しい場合には、出力はハイレベルであり、 $a < b$ の場合は出力はローレベルとなるものとする。比較器 1 3 0 1 は、サンプリング値 y_i と、図 1 0 の (A) に示す B 1 とを比較し、バーストエラー部分か否かを判定する。比較器 1 3 0 2 は、サンプリング値 y_i と、図 1 0 の (A) に示す B 2 とを比較し、バーストエラー部分か否かを判定する。2 つの比較器の出力は、バーストエラー位置 (B P) を表わす、N 段のシフトレジスタへ入力され、各シフトレジスタのすべての出力を論理和回路 1 3 0 5 に入力する。

【 0 0 3 4 】

論理和回路 1 3 0 5 の出力は、バーストエラーゲート信号 (B G)、即ち、図 1 0 (A) のバーストエラー期間 T である。ただし、例えば、図 5 の置換回路 4 0 2 に示すような、置換回路において、サンプリング値 y_i を、前記シフトレジスタの $N/2$ 段分だけ遅延させると B P の $N/2$ 前から B G が開くので、光ビームのガウシアン分布の裾で発生するキズや塵埃によるバーストエラー部分の小さな影響にも対応することができる。

【 0 0 3 5 】

図 1 4 は、バーストエラー検出器 1 3 0 0 の動作を示す。図 1 4 (A) は、再生データ内にバーストエラー部分を含まない信号 1 4 0 1 をサンプリングしたサンプル値と、再生データ内にバーストエラー部分を有する信号 1 4 0 2 をサンプリングしたサンプル値を示す。

【 0 0 3 6 】

図 1 3 で説明したように、バーストエラー検出器 1 3 0 0 は、 y_i が、バーストエラー検出レベルの正側のしきい値 B_1 よりも大きい又は、バーストエラー検出レベルの負側のしきい値 B_2 よりも小さい場合には、バーストエラー位置 B_P であると判定する。

【 0 0 3 7 】

図 1 4 に示す本実施例では、図 1 3 のシフトレジスタ 1 3 0 3 と 1 3 0 4 の段数 N が、例えば、 $N = 4$ の場合の例を示す。シフトレジスタ 1 3 0 3 の出力は、図 1 4 (B) に示すように、 y_i が、バーストエラー検出レベルの正側のしきい値 B_1 よりも大きいときに、ハイレベル 1 4 0 4 から 1 4 0 6 となる。一方、シフトレジスタ 1 3 0 4 の出力は、図 1 4 (C) に示すように、 y_i が、バーストエラー検出レベルの負側のしきい値 B_2 よりも小さいときに、ハイレベル 1 4 0 7 及び 1 4 0 8 となる。そして、各シフトレジスタ 1 3 0 3 と 1 3 0 4 の N 段の出力の全てを論理和回路 1 3 0 5 に入力すると、図 1 4 (D) に示すように、論理和回路 1 3 0 5 の出力には、バーストエラー期間にハイレベル 1 4 0 9 から 1 4 1 0 となる信号が得られる。このようにバーストエラーの影響している範囲の時間期間を有するバーストエラーゲート信号 B_G を作成できる。

【 0 0 3 8 】

このようにして、バーストエラー検出器 1 3 0 0 により作成したバーストエラーゲート信号 B_G を、例えば、図 5 の置換回路 4 0 2 に示すような、置換回路へ供給することにより、バーストエラー部分を、予め定められた信号で又は演算により置換することができる。

【 0 0 3 9 】

また、図 1 4 (E) は、置換回路内で、再生データ内にバーストエラー部分を含まない信号 1 4 0 1 を $N/2 = 2$ クロック分遅延したサンプル値 1 4 1 2 と、再生データ内にバーストエラー部分を有する信号 1 4 0 2 を $N/2 = 2$ クロック分遅延したサンプル値 1 4 1 3 を示す。このように、バーストエラー検出器 1 3 0 0 により作成したゲート信号に対して、置換回路内で、サンプル値 y_i を $N/2$ 段遅延することにより、バーストエラー位置 B_P より前の部分における、バーストエラー部分の影響を受けているサンプル値 y_i についても、予め定めら

れた信号で又は演算により置換することができる。

【 0 0 4 0 】

(付記)

(付記 1) データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、
前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【 0 0 4 1 】

(付記 2) 前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 2 】

(付記 3) 前記所定の値は、前記反復復号により得られたデータ値が " 0 " である確率と、前記反復復号により得られたデータ値が " 1 " である確率が、それぞれ等しい確率となるようなサンプリング値または、尤度情報値であることを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 3 】

(付記 4) 前記バーストエラー検出手段は、検出レベルを 2 つ有し、サンプル値が一方の検出レベルよりも大きいか又は、他方の検出レベルよりも小さい場合には、前記サンプルがバーストエラー部分内に含まれると判断することを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 4 】

(付記 5) 前記尤度情報は、パーシャルレスポンスチャネルの出力におけるデータに対応する値であることを特徴とする付記 3 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 5 】

(付記 6) 前記尤度情報は、畳み込み符号の復号出力におけるデータに対応するものであることを特徴とする付記 3 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 6 】

(付記 7) データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、バーストエラー部分を含むサンプリング値を、所定の演算に従って置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置。

【 0 0 4 7 】

(付記 8) 前記所定の演算は、バーストエラー部分を含むサンプリング値の信号振幅を低下させる演算を実行することを特徴とする付記 7 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 8 】

(付記 9) 前記置換手段は、前記サンプル値を遅延させた後に、前記バーストエラー検出手段の検出結果に従って、サンプル値を、所定の値に置き換えることを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【 0 0 4 9 】

(付記 1 0) 前記置換手段は、前記サンプル値を遅延させた後に、前記バーストエラー検出手段の検出結果に従って、サンプル値を、所定の演算に従って置き換えることを特徴とする付記 7 に記載の記録再生装置。

【 0 0 5 0 】

(付記 1 1) 前記置換手段は、反復回数に応じて、置換するか又はしないかを制御することを特徴とする付記 1 に記載の記録再生装置。

【 0 0 5 1 】

(付記 1 2) データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルにより記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置により再生した前記再生信号内のバーストエラーを置換する方法であって、

前記再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出ステップと、

前記検出ステップの検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換ステップを有する、ことを特徴とするバーストエラーを置換する方法。

【 0 0 5 2 】

(付記 1 3) 前記所定の値は、バーストエラー部分以外の部分の他のサンプルの尤度情報を使用してデータの反復復号を行っている時に、バーストエラー部分のサンプル値の影響が伝播しないような値であることを特徴とする付記 1 2 に記載のバーストエラーを置換する方法。

【 0 0 5 3 】

(付記 1 4) 前記所定の値は、前記反復復号により得られたデータ値が” 0 ”である確率と、前記反復復号により得られたデータ値が” 1 ”である確率が、それぞれ等しい確率となるようなサンプリング値または、尤度情報値であることを特徴とする付記 1 2 に記載のバーストエラーを置換する方法。

【 0 0 5 4 】

【発明の効果】

以上で説明したように、本発明により、バーストエラー部分を検出し、そしてバーストエラー部分を、バーストエラー部分以外の他の部分に影響を与えない値に置換することにより、反復復号での誤った尤度情報による影響を抑圧することが出来、反復復号の復号能力を保持することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

このように本発明に従って、バーストエラー部分に対しても誤った尤度情報を伝播することなく、反復復号により、低 S / N 比においても、復号能力が高い記録再生装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

反復復号を用いた従来のデータ記録装置の構成を示す図である。

【図 2】

反復復号を行うための符号にユーザデータを符号化する符号器の構成例を示す図である。

【図 3】

図 1 内の反復復号器の従来構成例を示す図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施例を示す図である。

【図 5】

本発明の本発明の第 2 の実施例を示す図である。

【図 6】

本発明の第 3 の実施例を示す図である。

【図 7】

本発明の第 4 の実施例を示す図である。

【図 8】

本発明の第 5 の実施例を示す図である。

【図 9】

本発明の第 6 の実施例を示す図である。

【図 1 0】

バーストエラー波形に対する演算例を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 7 の実施例を示す図である。

【図 1 2】

本発明を使用する反復復号の反復回数に対するエラーレートのシミュレーション結果を示す図である。

【図 1 3】

本発明のバーストエラー検出器の実施例を示す図である。

【図 1 4】

本発明のバーストエラー検出器の動作の説明を示す図である。

【符号の説明】

1 0 1 符号器

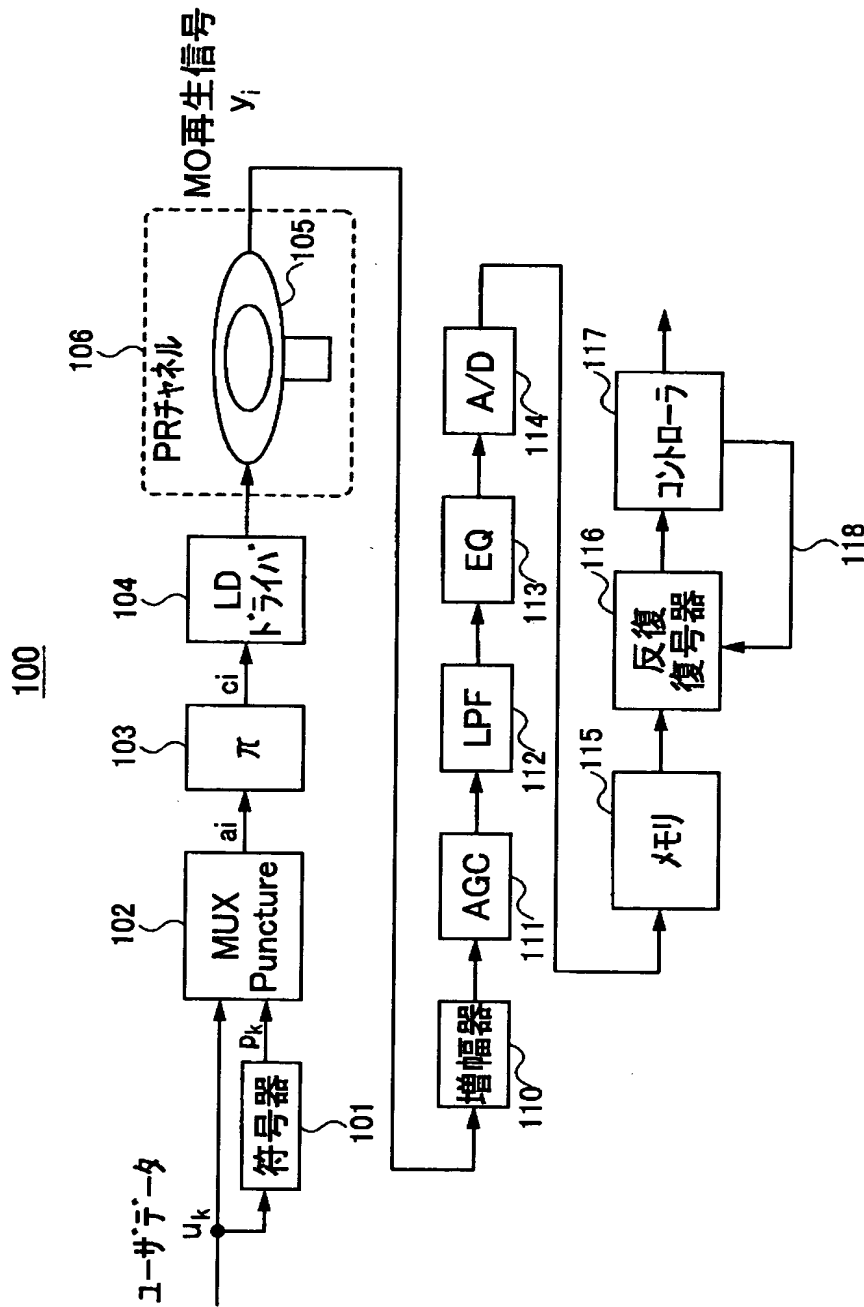
1 0 2 パンクチャ部
1 0 3 インターリーブ部
1 0 4 L D ドライバ
1 0 5 光磁気ディスク
1 0 6 記録再生系
1 1 0 増幅器
1 1 1 A G C
1 1 2 ローパスフィルタ
1 1 3 イコライザ
1 1 4 A / D 変換器
1 1 5 メモリ
1 1 6 反復復号器
1 1 7 コントローラ
3 0 1 事後確率復号器
3 0 2 減算器
3 0 3 デインターリーブ
3 0 4 デパンクチャ部
3 0 5 コード復号器
3 0 6 パンクチャ部
3 0 7 減算器
4 0 1 バーストエラー検出器
4 0 2 置換回路
7 0 1 置換回路
8 0 1 選択回路
9 0 1 演算器
1 1 0 1 デインターリーブ
1 1 0 2 置換回路
1 3 0 1、1 3 0 2 比較器
1 3 0 3、1 3 0 4 シフトレジスタ

1 3 0 5 論理和回路

【書類名】 図面

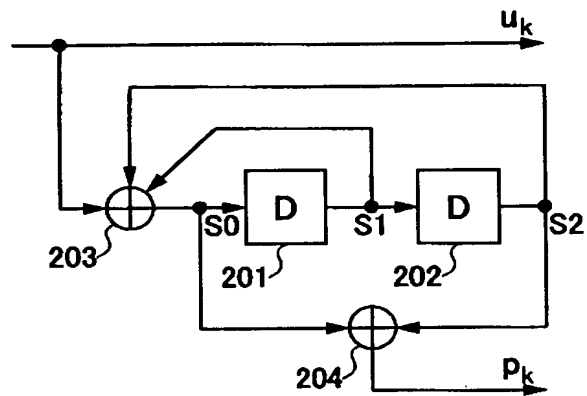
【図 1】

反復復号を用いた従来のデータ記録装置の構成を示す図



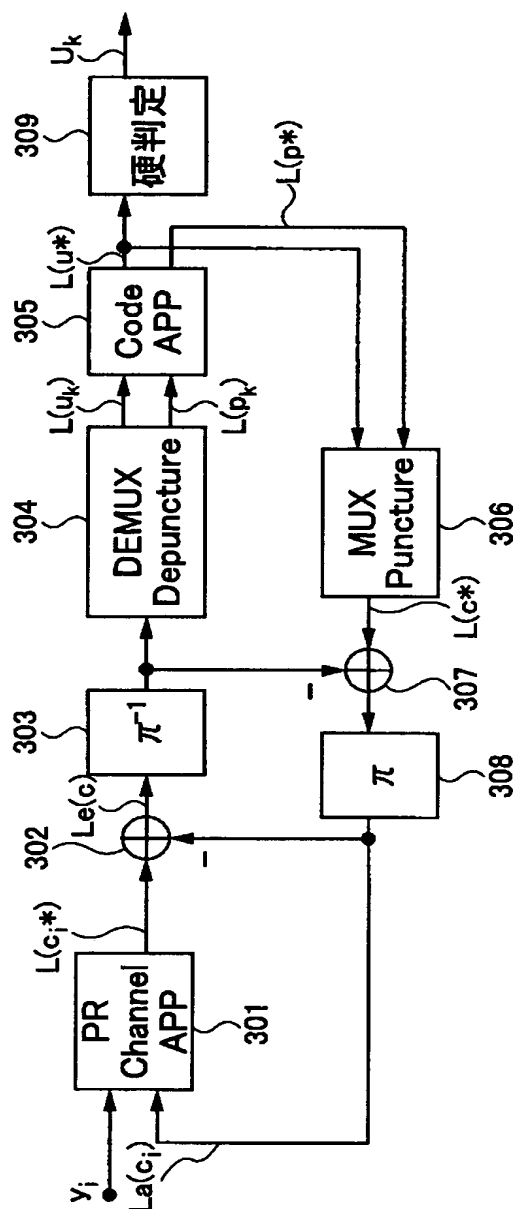
【図 2】

反復復号を行うための符号にユーザデータを符号化する
符号器の構成例を示す図



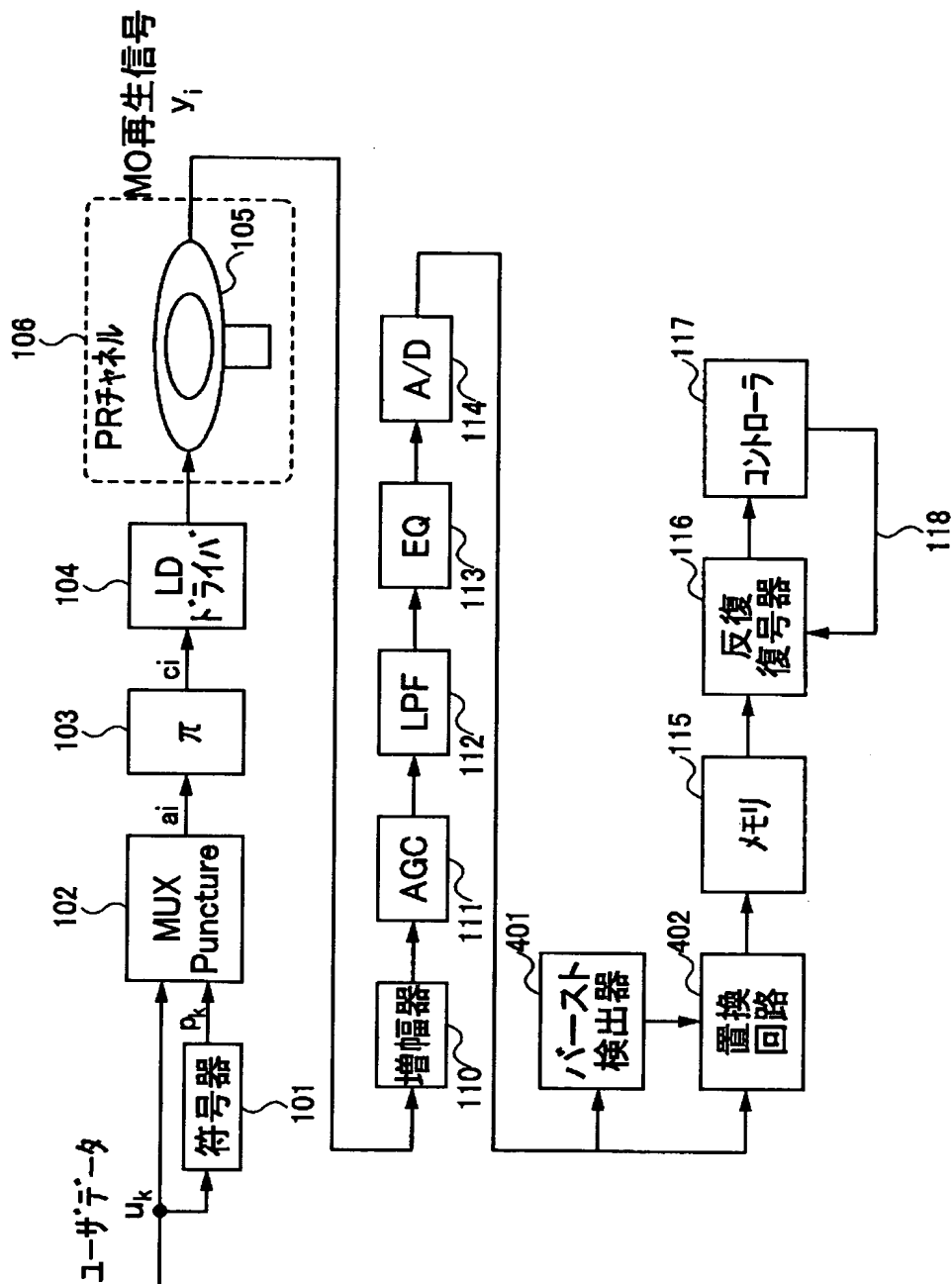
【図 3】

図 1 内の反復復号器の従来構成例を示す図



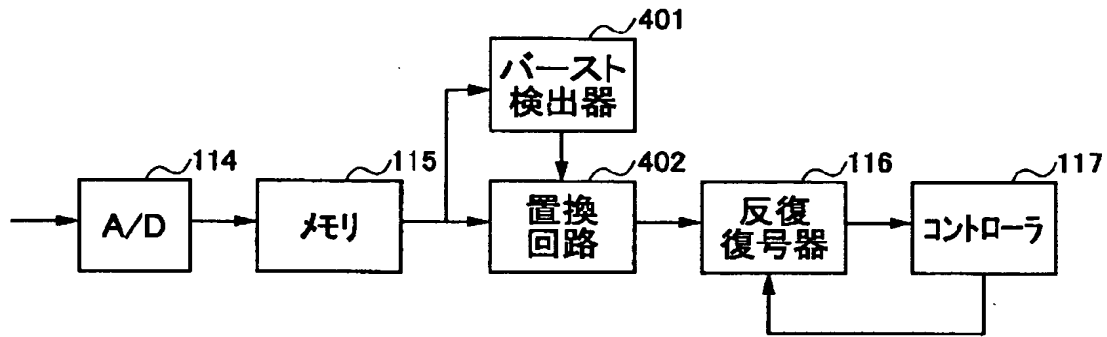
【図 4】

本発明の第 1 の実施例を示す図



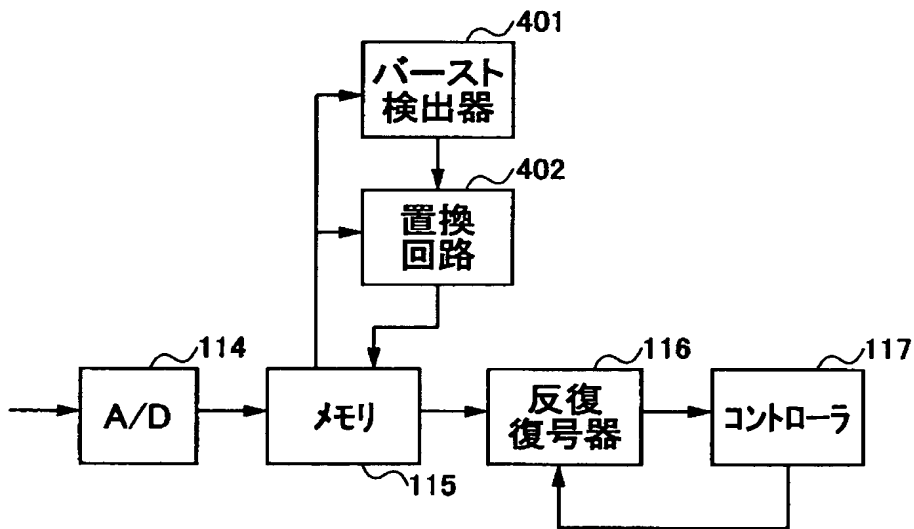
【図 5】

本発明の第 2 の実施例を示す図



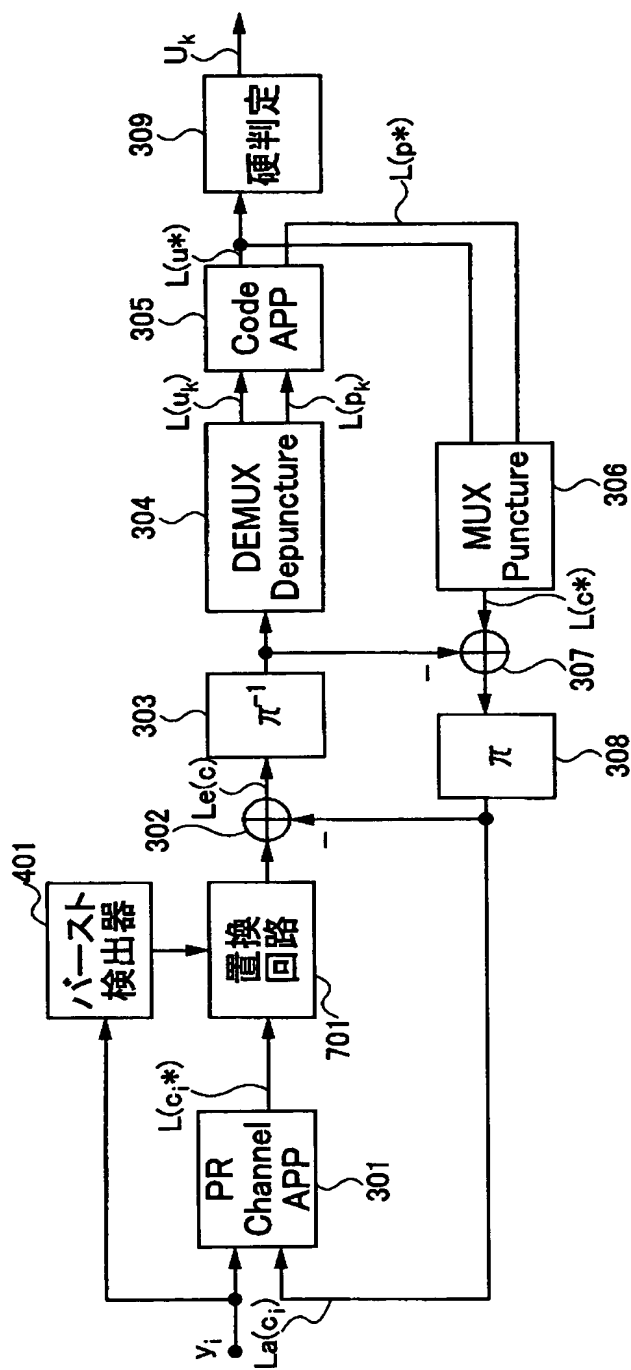
【図 6】

本発明の第 3 の実施例を示す図



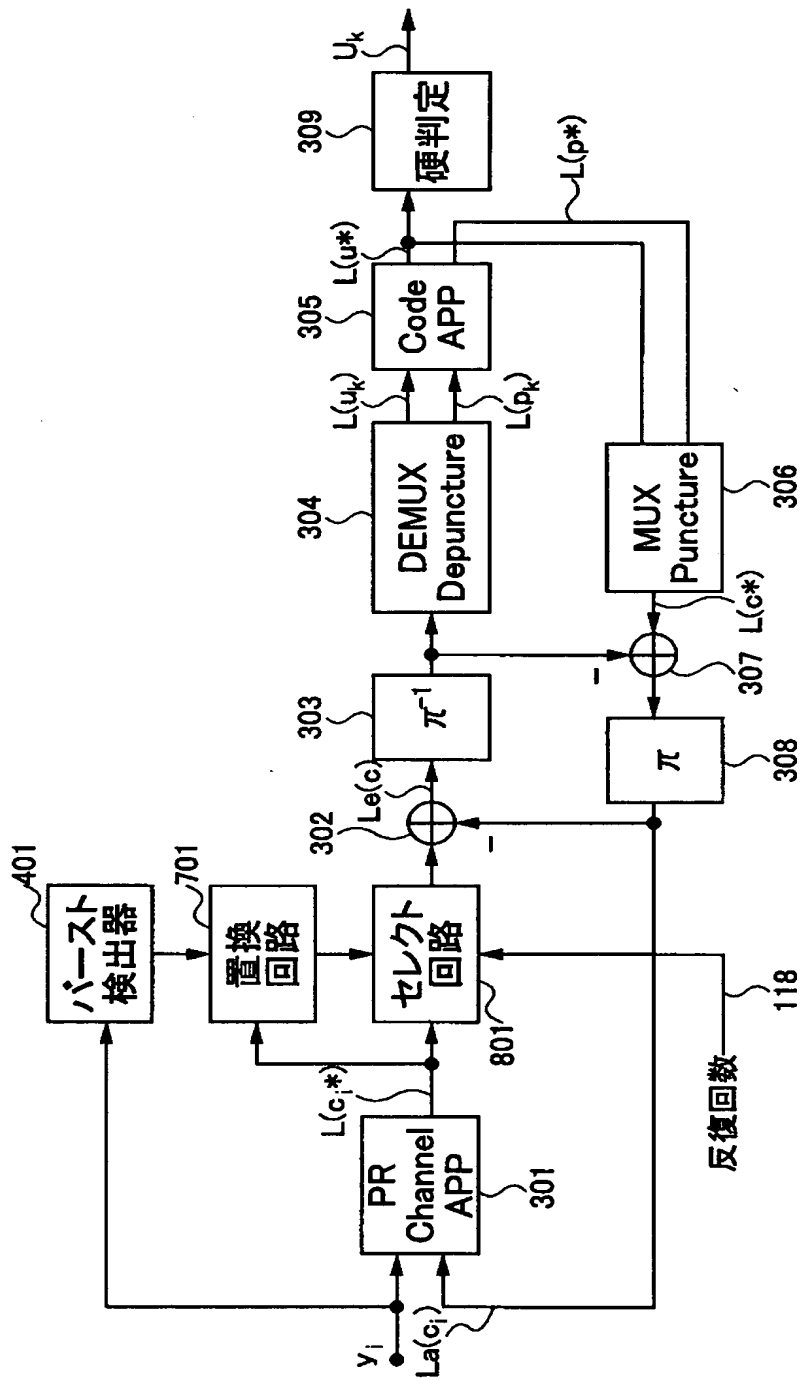
【図 7】

本発明の第 4 の実施例を示す図



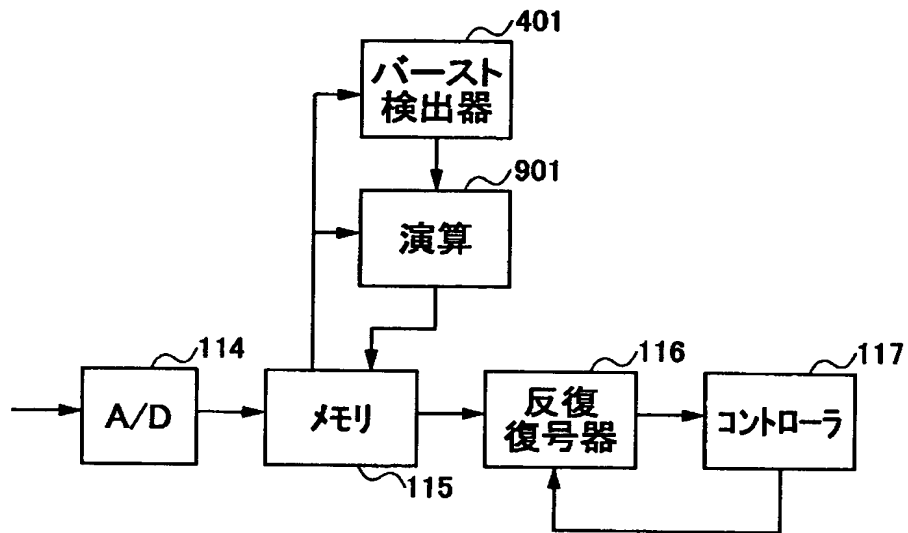
【図 8】

本発明の第 5 の実施例を示す図



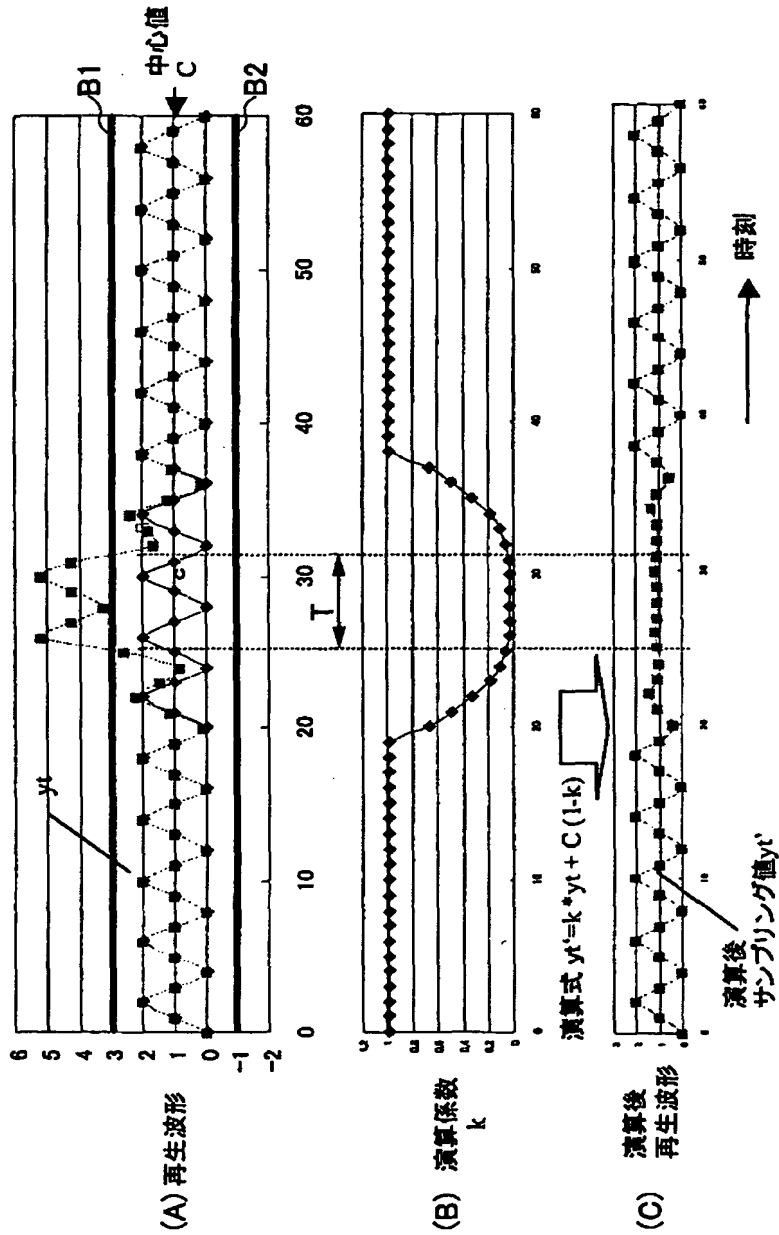
【図 9】

本発明の第 6 の実施例を示す図



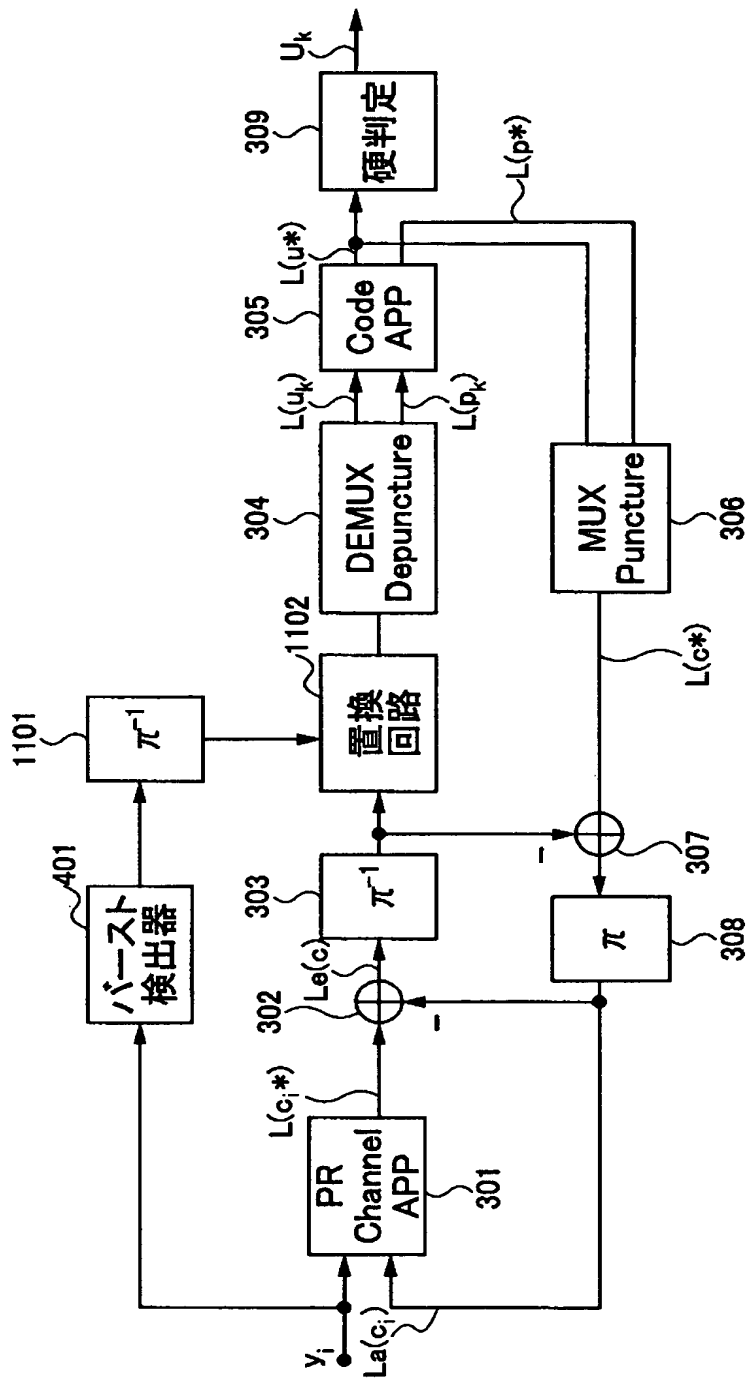
【図10】

バーストエラー波形に対する演算例を示す図



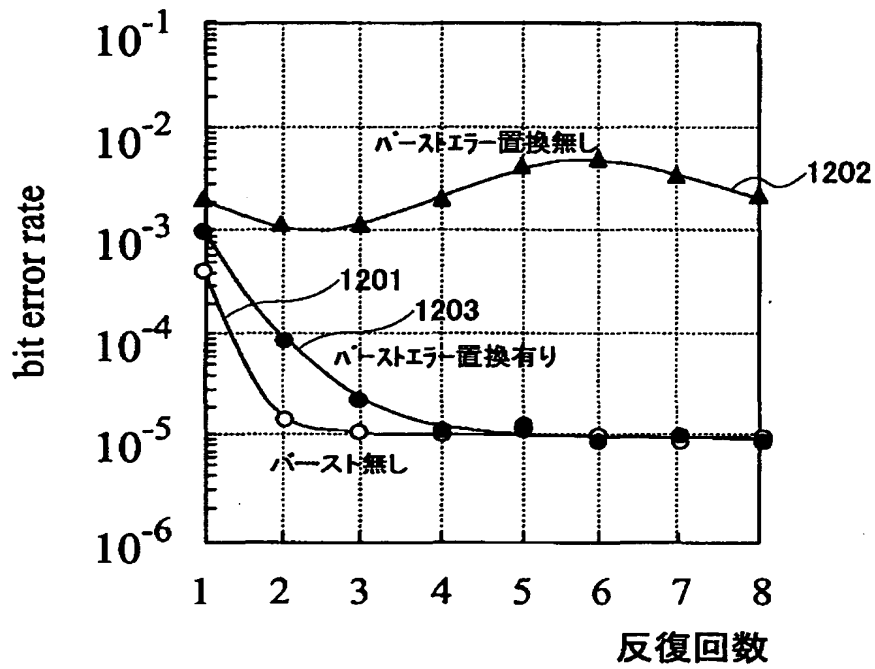
【図 1 1】

本発明の第 7 の実施例を示す図



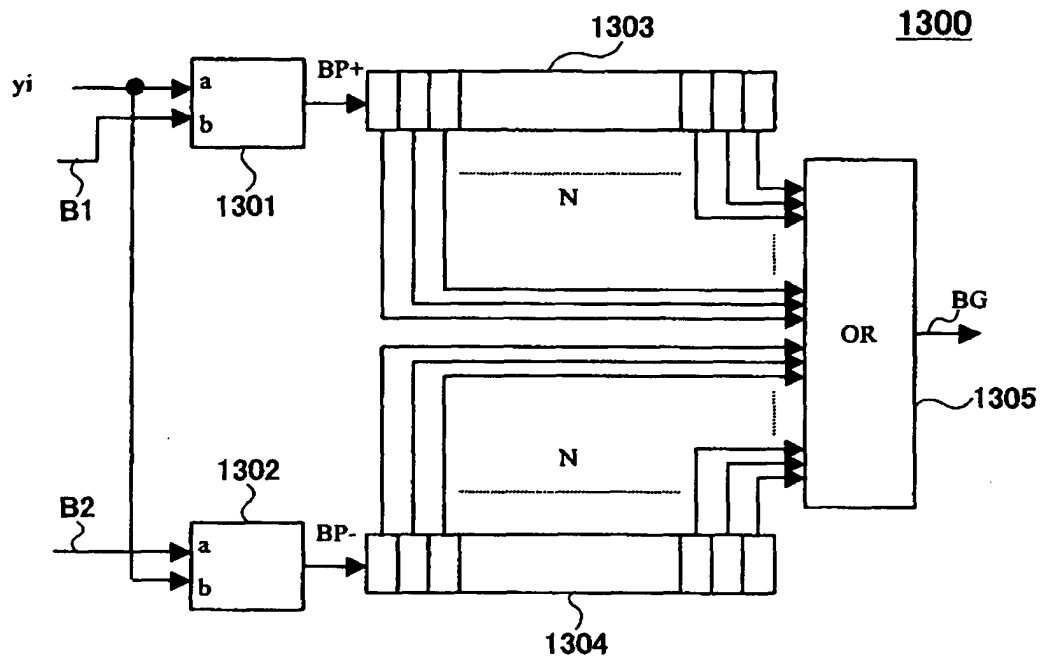
【図 1 2】

本発明を使用する反復復号の反復回数に対するエラーレートの
シミュレーション結果を示す図



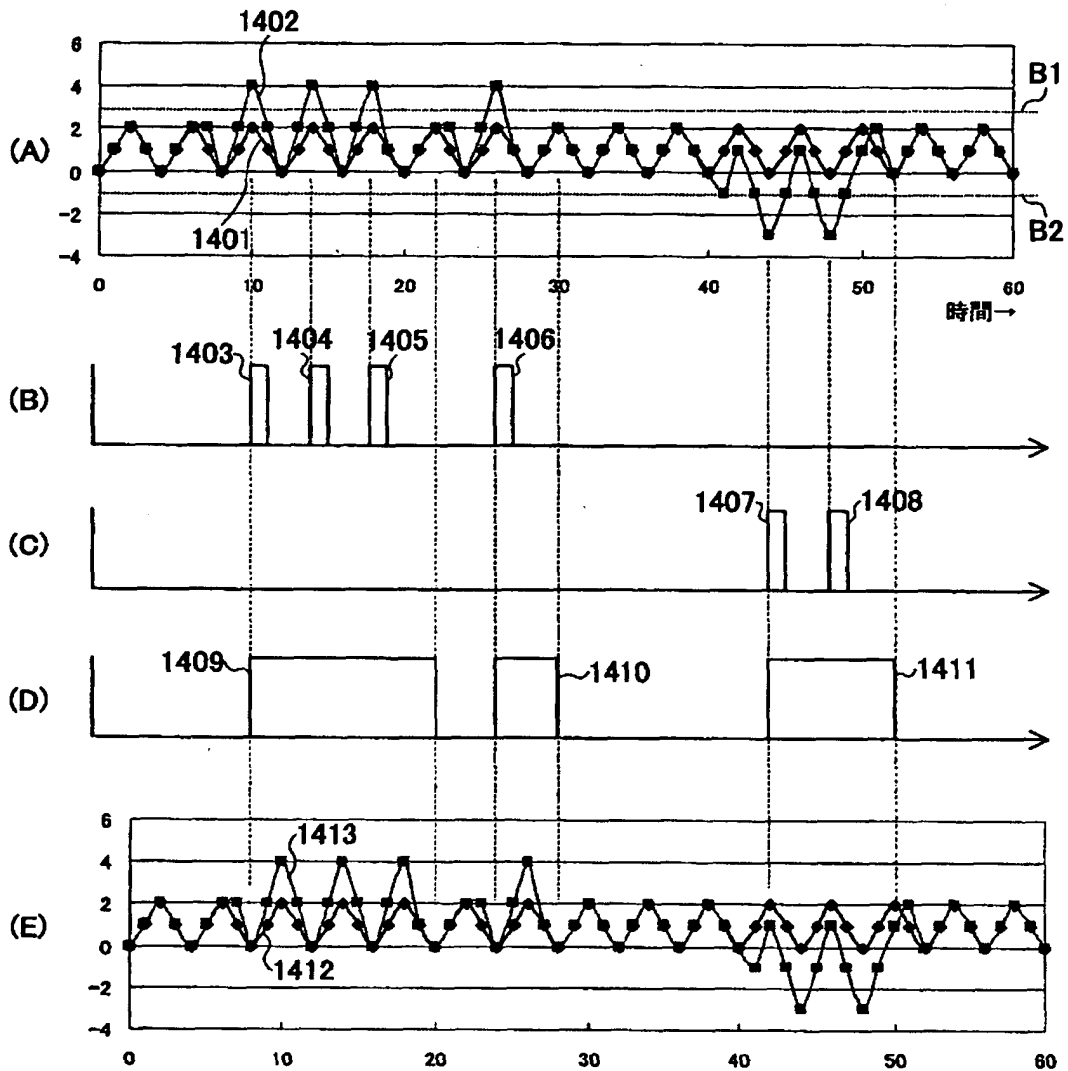
【図 1 3】

本発明のバーストエラー検出器の実施例を示す図



【図 1 4】

本発明のバーストエラー検出器の動作の説明を示す図



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、再生信号にバーストエラー信号を含んだ場合にも、データを正しく復調できる、バーストエラー信号に対しても、反復復号による誤り訂正の効果が、十分に得られる、反復復号を用いたデータ記録再生装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 データが畳み込み符号により符号化された記録信号をパーシャルレスポンスチャネルを通して記録し且つ再生し、再生信号から、尤度情報を用いた反復復号を使用して前記データの再生を行う記録再生装置において、再生信号中のバーストエラー部分を検出するバーストエラー検出手段と、前記検出手段の検出結果に従って、前記バーストエラー部分に含まれるサンプル値を、所定の値に置き換える置換手段を有する、ことを特徴とする記録再生装置により達成する。

【選択図】 図4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日 1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由] 住所変更

住 所 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名 富士通株式会社